

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Januar 2002 (31.01.2002)

PCT

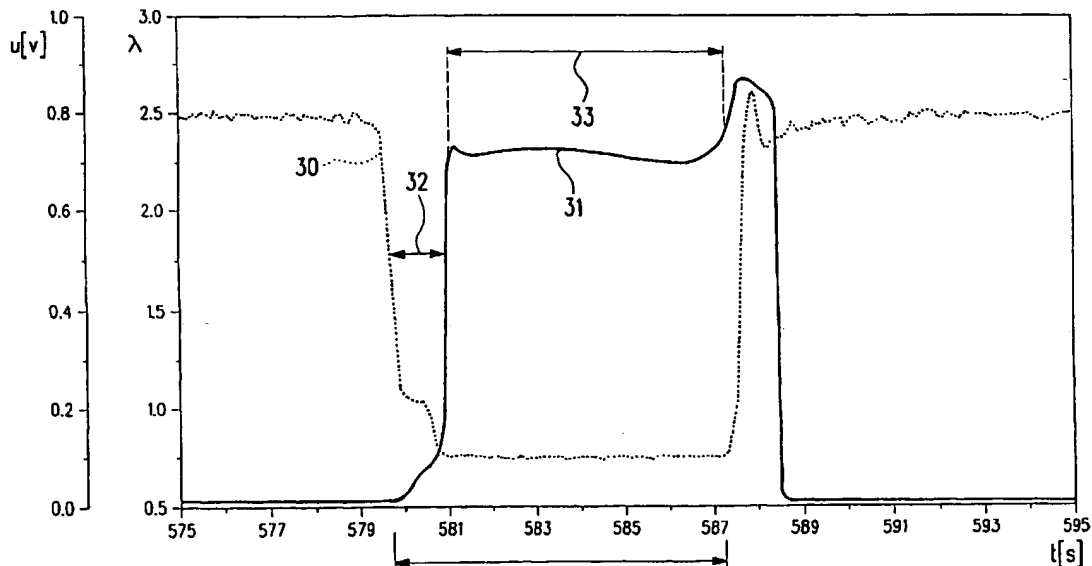
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/08594 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02D 41/02**, (72) Erfinder; und
F01N 3/20, 11/00 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHNAIBEL, Eberhard** [DE/DE]; Hochstetterstrasse 1/5, 71282 Hemmingen (DE). **BLUMENSTOCK, Andreas** [DE/DE]; Jaegerhofallee 79, 71638 Ludwigsburg (DE). **WINKLER, Klaus** [DE/DE]; Aichinger Strasse 44/1, 71277 Rutesheim (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02036
- (22) Internationales Anmeldedatum:
29. Mai 2001 (29.05.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, MX, RU, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
100 35 525.0 21. Juli 2000 (21.07.2000) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE). Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A CATALYST

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES KATALYSATORS



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a catalyst (12) that is disposed in the exhaust gas of an internal combustion engine (1). The composition of the exhaust gas is influenced upstream of the catalyst (12) by adding a reducing agent that promotes the regeneration of the catalyst (12). The composition of the exhaust gas is detected by means of a exhaust gas sensor (14) that is disposed downstream of the catalyst (12). A time delay between the start of the influencing action on the composition of the exhaust gas upstream of the catalyst (12) and the detection of a change in composition downstream of the catalyst (12) is evaluated. In order to safely and reliably determine when the regeneration phase (23, 33) of the catalyst (12) is ended, the gradient of a starting signal (31) of the exhaust gas sensor (14) is evaluated.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/08594 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines in dem Abgas einer Brennkraftmaschine (1) angeordneten Katalysators (12), wobei die Zusammensetzung des Abgases durch Zugabe eines Reduktionsmittels, durch das eine Regeneration des Katalysators (12) gefördert wird, vor dem Katalysator (12) beeinflusst und die Zusammensetzung des Abgases mit Hilfe eines dem Katalysator (12) nachgeordneten Abgassensors (14) erfasst wird und ein Zeitverzug zwischen dem Beginn des Beeinflussens der Zusammensetzung des Abgases vor dem Katalysator (12) und dem Erfassen einer Änderung der Zusammensetzung nach dem Katalysator (12) ausgewertet wird. Um ein Ende einer Regenerationsphase (23, 33) des Katalysators (12) sicher und zuverlässig bestimmen zu können, wird vorgeschlagen, dass der Gradient eines Ausgangssignals (31) des Abgassensors (14) ausgewertet wird.

5

10 Verfahren zum Betreiben eines Katalysators

Stand der Technik

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum
Betreiben eines in dem Abgas einer Brennkraftmaschine
angeordneten Katalysators. Dabei wird die Zusammensetzung
des Abgases durch Zugabe von Reduktionsmittel, durch das
eine Regeneration des Katalysators gefördert wird, vor dem
Katalysator beeinflusst. Die Zusammensetzung des Abgases
20 wird mit Hilfe eines dem Katalysator nachgeordneten
Abgassensors erfasst. Ein Zeitverzug zwischen dem Beginn
des Beeinflussens der Zusammensetzung des Abgases vor dem
Katalysator und dem Erfassen einer Änderung der
Zusammensetzung nach dem Katalysator wird ausgewertet.

25 Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Steuergerät
für eine Brennkraftmaschine mit einem in dem Abgas der
Brennkraftmaschine angeordneten Katalysator. Das
Steuergerät beeinflusst die Zusammensetzung des Abgases
30 durch Zugabe von Reduktionsmittel, durch das eine
Regeneration des Katalysators gefördert wird, vor dem
Katalysator. Das Steuergerät wertet einen Zeitverzug
zwischen dem Beginn des Beeinflussens der Zusammensetzung
des Abgases vor dem Katalysator und einem Erfassen einer
35 Änderung der Zusammensetzung durch einen Abgassensor nach
dem Katalysator aus.

- 2 -

Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Steuerelement, insbesondere ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory, für ein solches Steuergerät.

5 Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung eine Brennkraftmaschine mit einem in dem Abgas der Brennkraftmaschine angeordneten Katalysator. Die Brennkraftmaschine weist ein Steuergerät und einen dem Katalysator nachgeordneten Abgassensor auf. Das Steuergerät beeinflusst die Zusammensetzung des Abgases durch Zugabe von Reduktionsmittel, durch das eine Regeneration des Katalysators gefördert wird, vor dem Katalysator. Der Abgassensor erfasst die Zusammensetzung des Abgases nach dem Katalysator. Das Steuergerät wertet einen Zeitverzug zwischen dem Beginn des Beeinflussens der Zusammensetzung des Abgases vor dem Katalysator und dem Erfassen einer Änderung der Zusammensetzung nach dem Katalysator aus.

Stand der Technik

20 In einem Betriebsbereich einer Brennkraftmaschine bei einem mageren Kraftstoff-Luft-Gemisch ($\lambda > 1$) kann ein herkömmlicher 3-Wege-Katalysator die Anforderungen an eine Stickoxidumsetzung nicht mehr erfüllen. Hier kommen NOx-Speicherkatalysatoren zum Einsatz, die in einem mageren Betrieb der Brennkraftmaschine imitierte Stickoxide speichern. Durch einen Betrieb der Brennkraftmaschine in einem fetten Bereich ($\lambda < 1$) werden gespeicherte Nitrate freigesetzt und zu Stickstoff reduziert. Die Verwendung eines NOx-Speicherkatalysators in diesem Zusammenhang ist bspw. aus der EP 0 560 991 B1 bekannt.

35 Gesetzgeberische Forderungen sehen eine On-Board-Diagnose von schadstoffemissionsrelevanten Kraftfahrzeugkomponenten wie Katalysatoren vor. In diesem Zusammenhang ist es z.B. aus der DE 24 44 334 bekannt, die Ausgangssignale einer vor

- 3 -

und einer hinter dem Katalysator angeordneten sauerstoffempfindlichen Abgassonde zur Beurteilung eines 3-Wege-Katalysators heranzuziehen. Das bekannte Verfahren basiert auf der Sauerstoffspeicherfähigkeit eines funktionsfähigen 3-Wege-Katalysators. Die DE 24 44 334 offenbart in diesem Zusammenhang eine Veränderung der Kraftstoff-Luft-Gemischzusammensetzung von $\Lambda=0,95$ (fettes, kraftstoffreiches Gemisch; Sauerstoffmangel) zu $\Lambda=1,05$ (mageres, kraftstoffarmes Gemisch; Sauerstoffüberschuss). Der vor dem Katalysator angeordnete Abgassensor reagiert auf die Veränderung der Kraftstoff-Luft-Gemischzusammensetzung nahezu verzögerungslos. Aufgrund des bei $\Lambda=0,95$ vorherrschenden Sauerstoffmangels im Abgas sind die Sauerstoffspeicherplätze des Katalysators zunächst nicht besetzt. Nach dem Umschalten auf Magerbetrieb (Sauerstoffüberschuss) vor dem Katalysator werden die Sauerstoffspeicherplätze sukzessive belegt. Hinter dem Katalysator herrscht daher nach der Veränderung der Gemischzusammensetzung zunächst weiter Sauerstoffmangel. Nach einer von der Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators abhängigen Zeitspanne tritt auch hinter dem Katalysator Sauerstoffüberschuss auf, der eine Änderung des Signals des hinteren Abgassensors auslöst. Der Zeitverzug, d.h. die Phasenverschiebung zwischen den Reaktionen beider Abgassensoren, wird mit abnehmender Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators kleiner und kann daher zur Beurteilung der Sauerstoffspeicherfähigkeit zur Diagnose des Katalysators verwendet werden.

Auf einen Katalysator, der neben einer Speicherfähigkeit für Sauerstoff auch eine Speicherfähigkeit für Stickoxide (NO_x) besitzt, ist dieses bekannte Verfahren nicht ohne weiteres übertragbar. Derartige Katalysatoren können üblicherweise noch Stickoxide speichern, wenn ihre Sauerstoffspeicherfähigkeit bereits erschöpft ist und ein

- 4 -

5 hinter dem Katalysator angeordneter Abgassensor einen Sauerstoffüberschuss anzeigt. Der Zeitverzug zwischen den Reaktionen beider Abgassensoren nach einer Veränderung der Gemischzusammensetzung von fettem auf mageres Gemisch liefert daher bei NOx-Speicherkatalysatoren keine Aussage über ihre NOx-Speicherfähigkeit.

10 Brennkraftmaschinen mit Benzin-Direkteinspritzung bieten den Vorteil verringerter Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen. Da diese Brennkraftmaschinen überwiegend mit magerem Kraftstoff-Luft-Gemisch betrieben werden, sind sie mit einem Stickoxid (NOx)-Speicherkatalysator versehen, der die in der mageren Gemischphase entstehenden NOx-Emissionen einspeichert und der durch Betreiben der Brennkraftmaschine mit fettem Gemisch von den eingespeicherten Stickoxiden regeneriert wird. Da benzindirekteinspritzende Brennkraftmaschinen auch bei Lambda=1 betrieben werden, weisen die NOx-Speicherkatalysatoren in der Regel auch eine Speicherfähigkeit für Sauerstoff auf. Zur Speicherung von Sauerstoff kann bspw. ein herkömmlicher 3-Wege-Katalysator eingesetzt werden.

25 Da die Speicherfähigkeit eines Katalysators an Stickoxiden beschränkt ist, muss der Katalysator von Zeit zu Zeit regeneriert werden. Die Zeitpunkte für Beginn und Ende der Regeneration sind wichtig für die hinter dem Katalysator in die Umwelt ausgestoßenen Emissionen. Während eines Magerbetriebs einer Brennkraftmaschine wird sowohl der NOx-Speicherkatalysator mit Stickoxiden als auch der 3-Wege-Katalysator mit Sauerstoff gefüllt. Der Beginn der Regenerationsphase wird über ein NOx-Einspeichermodell festgelegt. Dieses modelliert die in den NOx-Speicherkatalysator eingebrachte Stickoxidmenge und modelliert so dessen NOx-Füllstand. Überschreitet die modellierte Größe eine vorgebbare Schwelle, wird eine Regenerationsphase (Betrieb der Brennkraftmaschine mit

- 5 -

fettem Gemisch) eingeleitet.

Es hat sich gezeigt, dass bei einem Betrieb der Brennkraftmaschine mit fettem Gemisch zuerst der NOx-Speicherkatalysator entleert wird, bevor der Sauerstoffspeicher komplett geleert ist. Wenn so lange regeneriert wird, bis der Sauerstoffspeicher vollständig entleert ist, entstehen dadurch hohe Kohlenwasserstoff (HC)-Emissionen, da das fette Gemisch nicht mehr durch den Sauerstoffspeicher abgepuffert wird. Aus diesem Grund ist es wichtig, den Katalysator lediglich so lange zu regenerieren, bis der NOx-Speicher geleert ist, der Sauerstoffspeicher sollte jedoch noch nicht geleert sein. Dies stellt eine kohlenwasserstoffoptimale Regenerierung dar.

Aus der DE 198 01 625 A1 ist es bekannt, die Regenerationsphase zu beenden, wenn ein Ausgangssignal, insbesondere eine Ausgangsspannung, des hinter dem Katalysator angeordneten Abgassensors einen vorgebbaren Schwellenwert überschreitet. Dann wird davon ausgegangen, dass der NOx-Speicher vollständig, der Sauerstoffspeicher jedoch noch nicht vollständig entleert ist. Dieses bekannte Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass das Ausgangssignal des Abgassensors gewissen Schwankungen unterworfen ist und deshalb den vorgegebenen Schwellenwert zu verschiedenen Zeitpunkten überschreiten kann. Die Schwankungen des Ausgangssignals haben ihre Ursache in Fertigungstoleranzen und Temperaturschwankungen des Abgassensors.

Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, das Ende einer Regenerationsphase des Katalysators möglichst sicher und zuverlässig feststellen zu können.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ausgehend

- 6 -

von dem Verfahren der eingangs genannten Art vor, dass der Gradient eines Ausgangssignals des Abgassensors ausgewertet wird.

5 Vorteile der Erfindung

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird also nicht das Überschreiten eines Schwellenwertes durch das Ausgangssignal des Abgassensors als Kriterium für das Ende
10 der Regenerationsphase herangezogen, sondern vielmehr die Steigung des Ausgangssignals. Dadurch kann das Ende der Regenerationsphase wesentlich sicherer und zuverlässiger und vor allem unabhängig von Fertigungstoleranzen und Temperaturschwankungen des Abgassensors bestimmt werden.
15 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann stets ein besonders emissionsarmer Betrieb der Brennkraftmaschine sichergestellt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann bei herkömmlichen
20 3-Wege-Katalysatoren ebenso wie bei moderneren NOx-Speicherkatalysatoren mit oder ohne Speicherfähigkeit für Sauerstoff angewandt werden. Bei 3-Wege-Katalysatoren kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren der geleerte Sauerstoffspeicher durch Auswerten einer charakteristischen
25 Änderung des Gradienten des Ausgangssignals des Abgassensors detektiert werden. Bei einem NOx-Speicherkatalysator kann das Ende der NOx-Regenerationsphase bestimmt werden. Falls der NOx-Speicherkatalysator auch eine Speicherfähigkeit für
30 Sauerstoff aufweist, kann zudem das Ende der Sauerstoffspeicher-Regenerationsphase bestimmt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass ein zur Speicherung von
35 Stickoxiden fähiger Katalysator dann als regeneriert gewertet wird, wenn der Gradient des Ausgangssignals des

- 7 -

Abgassensors einen vorgebbaren ersten Grenzwert überschreitet. Zu Beginn der Regenerationsphase wird Reduktionsmittel zu dem Abgas hinzugegeben. Dazu kann die Brennkraftmaschine bspw. mit einem fetten Kraftstoff-Luft-Gemisch ($\lambda \leq 1$) betrieben werden. Durch die fette Gemischeinstellung wird in dem Abgas vor dem Katalysator ein Überschuss an Kohlenwasserstoffen (HC) und Kohlenmonoxid (CO) erzeugt. Bei einer fetten Gemischeinstellung laufen die folgenden Prozesse ab: die Kohlenwasserstoffe und das Kohlenmonoxid reduzieren die gespeicherten Stickoxide. Der in Form von Stickoxiden gebundene und gespeicherte Sauerstoff wird zusammen mit dem übrigen im Katalysator gespeicherten Sauerstoff freigesetzt, so dass der Sauerstoffüberschuss hinter dem Katalysator zunächst aufrechterhalten bleibt. Somit bleibt auch das Ausgangssignal des nach dem Katalysator angeordneten Abgassensors zunächst auf einem dem Sauerstoffüberschuss entsprechenden Niveau. Sobald die in dem Katalysator gespeicherten Stickoxide regeneriert sind, reduziert sich jedoch der Sauerstoffanteil in dem Abgas hinter dem Katalysator und das Ausgangssignal des Abgassensors steigt entsprechend an. Wenn die Steigung des Ausgangssignals eine gewisse Steigung erreicht hat, d.h. wenn der Gradient des Ausgangssignals den ersten Grenzwert überschritten hat, wird der Katalysator als regeneriert gewertet.

Alternativ wird gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass ein zur Speicherung von Stickoxiden fähiger Katalysator dann als regeneriert gewertet wird, wenn der Gradient des Ausgangssignals des Abgassensors zunächst einen vorgebbaren ersten Grenzwert überschreitet und dann einen vorgebbaren zweiten Grenzwert unterschreitet. Das Ausgangssignal des hinter dem Katalysator angeordneten Abgassensors steigt gegen Ende der Stickoxid-

- 8 -

Regenerationsphase relativ steil an, um dann während der Sauerstoff-Regenerationsphase auf einem relativ konstanten Niveau zu verharren. Gemäß dieser alternativen Weiterbildung wird also zunächst der starke Anstieg des Ausgangssignals (Gradient des Ausgangssignals überschreitet den ersten Grenzwert) und dann der Übergang auf das im Wesentlichen konstante Niveau (Gradient des Ausgangssignals unterschreitet den zweiten Grenzwert) ermittelt.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass ein zur Speicherung von Sauerstoff fähiger Katalysator dann als regeneriert gewertet wird, wenn der Gradient des Ausgangssignals des Abgassensors einen vorgebbaren dritten Grenzwert überschreitet. Gegen Ende der Sauerstoff-Regenerationsphase steigt das Ausgangssignal des hinter dem Katalysator angeordneten Abgassensors noch einmal von dem im Wesentlichen konstanten Niveau relativ stark an. Das hat seine Ursache in einem Sauerstoffmangel hinter dem Katalysator gegen Ende der Sauerstoff-Regenerationsphase. Dieser relativ starke Anstieg des Ausgangssignals (Gradient des Ausgangssignals überschreitet den dritten Grenzwert) wird ermittelt und als ein Zeichen für ein Ende der Sauerstoff-Regenerationsphase gewertet.

Falls der Katalysator neben seiner Fähigkeit zur Speicherung von Sauerstoff auch zur Speicherung von Stickoxiden fähig ist, kann durch Auswertung des Gradienten des Ausgangssignals zunächst das Ende der Stickoxid-Regenerationsphase und dann das Ende der Sauerstoff-Regenerationsphase ermittelt werden. Bei einem lediglich zur Speicherung von Sauerstoff fähigen Katalysator entfällt die Diagnose der Stickoxid-Regenerationsphase. Auch bei einem solchen reinen Sauerstoffspeicher bietet das erfindungsgemäße Verfahren jedoch entscheidende Vorteile, da durch Auswertung des Gradienten des Ausgangssignals das

- 9 -

Ende der Sauerstoff-Regenerationsphase wesentlich sicherer und zuverlässiger erkannt werden kann.

Alternativ wird gemäß einer anderen vorteilhaften
5 Weiterbildung der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen,
dass ein zur Speicherung von Sauerstoff fähiger Katalysator
dann als regeneriert gewertet wird, wenn der Gradient des
Ausgangssignals des Abgassensors zunächst einen vorgebbaren
10 dritten Grenzwert überschreitet und dann einen vorgebbaren
vierten Grenzwert unterschreitet. Das Ausgangssignal des
hinter dem Katalysator angeordneten Abgassensors steigt
gegen Ende der Sauerstoff-Regenerationsphase relativ steil
an, um dann nach Erreichen eines Maximums wieder relativ
steil abzufallen. Dieser Übergang von dem relativ steilen
15 Anstieg (Gradient des Ausgangssignals überschreitet dritten
Grenzwert) in das Maximum wird gemäß dieser alternativen
Weiterbildung detektiert. Beim Übergang in das Maximum
verringert sich die Steigung des Ausgangssignals. Wenn die
Steigung des Ausgangssignals den vierten Grenzwert
20 unterschreitet, wird dies als ein Zeichen für das Ende der
Sauerstoff-Regenerationsphase gewertet.

Die Zugabe des Reduktionsmittels zu dem Abgas kann auf
unterschiedliche Weise erfolgen. Gemäß einer bevorzugten
25 Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird
vorgeschlagen, dass die Brennkraftmaschine zur Zugabe des
Reduktionsmittels zu dem Abgas mit einem fetten Kraftstoff-
Luft-Gemisch betrieben wird. Vorteilhafterweise werden als
Reduktionsmittel Kohlenwasserstoffe (HC) und/oder
30 Kohlenmonoxid (CO) zu dem Abgas gegeben.

Alternativ wird gemäß einer weiteren bevorzugten
Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen,
dass als Reduktionsmittel Harnstoff zu dem Abgas gegeben
35 wird. Dabei wird zur Reduktion des Stickoxids zu Sauerstoff
und Stickstoff Amoniak aus dem Harnstoff verwendet. Der

- 10 -

Amoniak kann per Hydrolyse aus einer Harnstofflösung gewonnen werden.

5 Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des
erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Steuerelements,
das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine
insbesondere eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Dabei ist
auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf
10 einem Recheng Gerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor,
abläuffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen
Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die
Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes
Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm
15 versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung
darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das
Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere
ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, bspw.
ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory.

20 Zur Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird
ausgehend von dem Steuergerät der eingangs genannten Art
des Weiteren vorgeschlagen, dass das Steuergerät Mittel zum
Auswerten des Gradienten eines Ausgangssignals des
Abgassensors aufweist.

25 Schließlich wird zur Lösung der Aufgabe der vorliegenden
Erfindung ausgehend von der Brennkraftmaschine der eingangs
genannten Art vorgeschlagen, dass die Brennkraftmaschine
Mittel zum Auswerten des Gradienten eines Ausgangssignals
30 des Abgassensors aufweist.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden
Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Abgassensor als ein
sauerstoffempfindlicher Sensor ausgebildet ist. Ein solcher
35 Abgassensor mißt den im Abgas enthaltenen Sauerstoffanteil
und gibt eine entsprechende Ausgangsspannung als

- 11 -

Ausgangssignal aus. Ein solcher Sensor ist bspw. ein an sich aus dem Stand der Technik bekannter Lambda-Sensor. Der Abgassensor ist vorteilhafterweise als ein Zweipunkt-Sensor ausgebildet.

5

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Katalysator zur Speicherung von Sauerstoff fähig ist. Ein solcher Katalysator ist bspw. ein herkömmlicher 3-Wege-Katalysator, wie er an sich aus dem Stand der Technik bekannt ist. Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass der Katalysator alternativ oder zusätzlich zu seiner Fähigkeit, Sauerstoff zu speichern, zur Speicherung von Stickoxid fähig ist.

10

15

Zeichnung

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung. Es zeigen:

20

25

Figur 1 ein schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine gemäß einer bevorzugten Ausführungsform; und

30

Figur 2 die Verläufe verschiedener Signale während der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

35

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

- 12 -

In Figur 1 ist eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der u.a. durch den Kolben 2, ein Einlassventil 5 und ein Auslassventil 6 begrenzt ist. Mit dem Einlassventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslassventil 6 ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

Im Bereich des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 ragen ein Kraftstoffeinspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe 11. In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der die durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase reinigt. Bei dem Katalysator 12 handelt es sich um einen Stickoxid (NOx)-Speicherkatalysator 12', der mit einem 3-Wege-Katalysator 12'' als Sauerstoffspeicher gekoppelt ist.

Ein Steuergerät 18 ist von Eingangssignalen 19 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Das Steuergerät 18 erzeugt Ausgangssignale 20, mit denen über Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Unter anderem ist das Steuergerät 18 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 18 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Flash-Memory, ein Programm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die

- 13 -

genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

5 In einer ersten Betriebsart, einem sogenannten
Homogenbetrieb der Brennkraftmaschine 1, wird die
Drosselklappe 11 in Abhängigkeit von dem erwünschten
Drehmoment teilweise geöffnet bzw. geschlossen. Der
Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 9 während einer
durch den Kolben 2 hervorgerufenen Ansaugphase in den
Brennraum 4 eingespritzt. Durch die gleichzeitig über die
10 Drosselklappe 11 angesaugte Luft wird der eingespritzte
Kraftstoff verwirbelt und damit in dem Brennraum 4 im
Wesentlichen gleichmäßig verteilt. Danach wird das
Kraftstoff-Luft-Gemisch während der Verdichtungsphase
verdichtet, um dann von der Zündkerze 10 entzündet zu
15 werden. Durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs
wird der Kolben 2 angetrieben. Das entstehende Drehmoment
hängt im Homogenbetrieb u.a. von der Stellung der
Drosselklappe 11 ab. Im Hinblick auf eine geringe
Schadstoffentwicklung wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch
20 möglichst auf $\lambda=1$ eingestellt.

In einer zweiten Betriebsart, einem sogenannten
Schichtbetrieb der Brennkraftmaschine 1, wird die
Drosselklappe 11 weit geöffnet. Der Kraftstoff wird von dem
25 Einspritzventil 9 während einer durch den Kolben 2
hervorgerufenen Verdichtungsphase in den Brennraum 4
eingespritzt, und zwar örtlich in die unmittelbare Umgebung
der Zündkerze 10 sowie zeitlich in geeignetem Abstand vor
dem Zündzeitpunkt. Dann wird mit Hilfe der Zündkerze 10 der
30 Kraftstoff entzündet, so dass der Kolben 2 in der nunmehr
folgenden Arbeitsphase durch die Ausdehnung des entzündeten
Kraftstoffs angetrieben wird. Das entstehende Drehmoment
hängt im Schichtbetrieb weitgehend von der eingespritzten
Kraftstoffmasse ab. Im Wesentlichen ist der Schichtbetrieb
35 für den Leerlaufbetrieb und den Teillastbetrieb der
Brennkraftmaschine 1 vorgesehen. Im Schichtbetrieb ist

- 14 -

Lambda üblicherweise > 1 .

5 Während des Schichtbetriebs wird der Speicherkatalysator 12' mit Stickoxiden und der 3-Wege-Katalysator 12'' mit Sauerstoff beladen. In einer Regenerationsphase werden der Speicherkatalysator 12' und der 3-Wege-Katalysator 12'' wieder entladen, so dass sie in einem nachfolgenden Schichtbetrieb erneut Stickoxide bzw. Sauerstoff aufnehmen können. Während der Regenerationsphase wird vor dem 10 Katalysator 12 ein Reduktionsmittel in das Abgas gegeben. Als Reduktionsmittel können bspw. Kohlenwasserstoffe (HC), Kohlenmonoxid (CO) oder Harnstoff verwendet werden. Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid werden im Abgas durch eine fette Gemischeinstellung (Betrieb der 15 Brennkraftmaschine im Homogenbetrieb) erzeugt. Harnstoff kann aus einem Vorratsbehälter dem Abgas gesteuert zudosiert werden. Während der Regenerationsphase des Katalysators 12 laufen folgende Prozesse ab: Das Reduktionsmittel reduziert die gespeicherten Stickoxide zu 20 Stickstoff und Sauerstoff. Diese Stoffe treten aus dem Katalysator 12 heraus, so dass sich hinter dem Katalysator 12 während der Regenerationsphase ein Sauerstoffüberschuss ergibt.

25 Vor dem Katalysator 12 ist ein erster Abgassensor 13 und nach dem Katalysator 12 ein zweiter Abgassensor 14 in dem Abgasrohr 8 angeordnet. Als hinter dem Katalysator 12 angeordneter Abgassensor 14 kann eine übliche, sauerstoffempfindliche Lambdasonde oder ein 30 Kohlenwasserstoff-Sensor eingesetzt werden. Der hintere Abgassensor 14 kann als ein Zweipunkt-Sensor ausgebildet sein.

35 Nach dem Umschalten auf Sauerstoffmangel (Betrieb der Brennkraftmaschine 1 mit fettem Gemisch) vor dem Katalysator 12 zu Beginn der Regenerationsphase reagiert

- 15 -

der vor dem Katalysator 12 angeordnete Abgassensor 13 praktisch verzögerungslos. Aufgrund des während des Schichtbetriebs vorherrschenden Sauerstoffüberschusses in dem Abgas sind die Sauerstoffspeicherplätze des Katalysators 12 zunächst nahezu alle besetzt. Nach dem Umschalten auf Sauerstoffmangel vor dem Katalysator 12 zu Beginn der Regenerationsphase werden die Sauerstoffspeicherplätze sukzessive von Sauerstoff befreit und der Sauerstoff tritt aus dem Katalysator 12 heraus. Hinter dem Katalysator 12 herrscht daher nach dem Umschalten in die Regenerationsphase zunächst weiter Sauerstoffüberschuss. Nach einer von der Sauerstoffspeicherfähigkeit des Katalysators 12 abhängigen Zeitspanne tritt auch hinter dem Katalysator 12 Sauerstoffmangel auf, der eine Änderung des Ausgangssignals des hinteren Abgassensors 14 bewirkt.

Hinter dem Katalysator 12 tritt erst dann Sauerstoffmangel auf, wenn sowohl die Stickoxidspeicherplätze in dem Stickoxid-Speicherkatalysator 12' als auch die Sauerstoffspeicherplätze in dem 3-Wege-Katalysator leer sind. Wird der Katalysator 12 bspw. durch ein Betrieb der Brennkraftmaschine 1 mit einem mageren Gemisch ($\lambda > 1$) zunächst mit Sauerstoff und Stickoxiden gefüllt und werden dann zur Regeneration des Katalysators 12 Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid im Abgas durch eine fette Gemischeinstellung ($\lambda < 1$) erzeugt, laufen folgende Prozesse ab: die Kohlenwasserstoffe und das Kohlenmonoxid reduzieren die gespeicherten Stickoxide zu Stickstoff und Sauerstoff. Der in Form von Stickoxiden gebundene und gespeicherte Sauerstoff wird zusammen mit dem übrigen im Katalysator 12 gespeicherten Sauerstoff freigesetzt, so dass der Sauerstoffüberschuss hinter dem Katalysator 12 zunächst aufrechterhalten bleibt.

In Figur 2 ist die Kraftstoff-Luft-Gemischzusammensetzung

- 16 -

vor dem Katalysator 12 anhand des Verlaufs des entsprechenden Lambda-Wertes 30 vor dem Katalysator 12 veranschaulicht. Ebenso ist in Figur 2 der Verlauf des Ausgangssignals U des hinteren Abgassensors 14 dargestellt und mit dem Bezugszeichen 31 bezeichnet. Zu Beginn des in Figur 2 dargestellten Signalverlaufs wird die Brennkraftmaschine 1 mit einer mageren Gemischzusammensetzung ($\lambda \sim 2,5$) betrieben. Wie oben bereits beschrieben, herrscht dabei hinter dem Katalysator 12 ein Sauerstoffüberschuss. Das Ausgangssignal 31 des hinteren Abgassensors 14 liegt etwa auf 0 Volt. Etwa zu dem Zeitpunkt $t = 579$ sek. wird der Kraftstoffanteil in dem Kraftstoff-Luft-Gemisch erhöht und die Brennkraftmaschine 1 mit einem fetten Gemisch betrieben. Der Lambda-Wert 30 vor dem Katalysator 12 sinkt auf einen Wert von etwa 0,75. Das Ausgangssignal 31 des hinteren Abgassensors 14 bleibt zunächst auf einem niedrigen Wert.

Erst nachdem die in dem Stickoxid-Speicherkatalysator 12' eingelagerten Stickoxide zu Stickstoff reduziert sind, also erst wenn die Regenerationsphase des Stickoxid-Speicherkatalysators 12' beendet ist, verringert sich der Sauerstoffanteil in dem Abgas hinter dem Katalysator 12. Das resultiert in einem deutlich sichtbaren Anstieg des Ausgangssignals 31 des Abgassensors 14 von etwa 0 Volt auf ein im Wesentlichen konstantes Niveau bei etwa 0,7 Volt. Die Regenerationsphase des Stickoxid-Speicherkatalysators 12' ist in Figur 2 mit dem Bezugszeichen 32 bezeichnet.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird auf das Ende der Regenerationsphase 32 des Stickoxid-Speicherkatalysators 12' geschlossen, wenn der Gradient des Ausgangssignals 31 des Abgassensors 14 einen vorgebbaren Grenzwert überschreitet, wenn also die Steigung des Ausgangssignals 31 einen bestimmten Wert erreicht hat. Alternativ kann auf das Ende der Regenerationsphase 32 geschlossen werden, wenn

- 17 -

der Gradient des Ausgangssignals 31 des Abgassensors 14 zunächst einen vorgebbaren ersten Grenzwert überschreitet und dann einen vorgebbaren zweiten Grenzwert unterschreitet, die Steigung des Ausgangssignals 31 also
5 wieder unterhalb eines bestimmten Wertes fällt. Gemäß dieser alternativen Ausbildungsform kann ein Übergang des Verlaufs des Ausgangssignals 31 von dem relativ steilen Anstieg zu einem im Wesentlichen konstanten Niveau während der Sauerstoff-Regenerationsphase 33 detektiert (ein
10 Wendepunkt des Verlaufs des Ausgangssignals 31) werden.

Gegen Ende der Sauerstoff-Regenerationsphase 33 fällt der Sauerstoffanteil in dem Abgas nach dem Katalysator 12 weiter ab, was zu einem weiteren Anstieg des
15 Ausgangssignals 31 des Abgassensors 14 führt. Zur Detektion des Endes der Sauerstoff-Regenerationsphase 33 wird dieser Anstieg des Ausgangssignals 31 ermittelt. Insbesondere wird auf ein Ende der Sauerstoff-Regenerationsphase geschlossen, wenn der Gradient des Ausgangssignals 31 des Abgassensors
20 14 einen vorgebbaren dritten Grenzwert überschreitet, wenn der Verlauf des Ausgangssignals 31 also eine bestimmte Steigung überschreitet. Alternativ kann auf ein Ende der Sauerstoff-Regenerationsphase 33 geschlossen werden, wenn der Gradient des Ausgangssignals 31 des Abgassensors 14
25 zunächst einen vorgebbaren dritten Grenzwert überschreitet und dann einen vorgebbaren vierten Grenzwert wieder unterschreitet.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann in einem
30 Stickoxid-Speicher-katalysator 12' ein Ende der Stickoxid-Regenerationsphase und in einem 3-Wege-Katalysator das Ende einer Sauerstoff-Regenerationsphase 33 sicher und zuverlässig und vor allem unabhängig von Schwankungen des Ausgangssignals 31 des Abgassensors 14 aufgrund von
35 Fertigungstoleranzen oder Temperaturschwankungen ermittelt werden. Bei einem Katalysator 12, der sowohl zur

- 18 -

Speicherung von Sauerstoff als auch zur Speicherung von Stickoxid fähig ist, kann durch Auswerten des Gradienten des Ausgangssignals 31 zunächst das Ende der Stickoxid-Regenerationsphase 32 und dann das Ende der Sauerstoff-Regenerationsphase 33 ermittelt werden.

5

5

Ansprüche

- 10 1. Verfahren zum Betreiben eines in dem Abgas einer
Brennkraftmaschine (1) angeordneten Katalysators (12),
wobei die Zusammensetzung des Abgases durch Zugabe von
Reduktionsmittel, durch das eine Regeneration des
Katalysators (12) gefördert wird, vor dem Katalysator (12)
15 beeinflusst und die Zusammensetzung des Abgases mit Hilfe
eines dem Katalysator (12) nachgeordneten Abgassensors (14)
erfasst wird und ein Zeitverzug zwischen dem Beginn des
Beeinflussens der Zusammensetzung des Abgases vor dem
Katalysator (12) und dem Erfassen einer Änderung der
20 Zusammensetzung nach dem Katalysator (12) ausgewertet wird,
dadurch gekennzeichnet, dass der Gradient eines
Ausgangssignals (31) des Abgassensors (14) ausgewertet
wird.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass ein zur Speicherung von Stickoxiden (NOx) fähiger
Katalysator (12') dann als regeneriert gewertet wird, wenn
der Gradient des Ausgangssignals (31) des Abgassensors (14)
einen vorgebbaren ersten Grenzwert überschreitet.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass ein zur Speicherung von Stickoxiden (NOx) fähiger
Katalysator (12') dann als regeneriert gewertet wird, wenn
der Gradient des Ausgangssignals (31) des Abgassensors (14)
35 zunächst einen vorgebbaren ersten Grenzwert überschreitet
und dann einen vorgebbaren zweiten Grenzwert

- 20 -

unterschreitet.

5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein zur Speicherung von Sauerstoff fähiger Katalysator (12") dann als regeneriert gewertet wird, wenn der Gradient des Ausgangssignals (31) des Abgassensors (14) einen vorgebbaren dritten Grenzwert überschreitet.

10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,, dadurch gekennzeichnet, dass ein zur Speicherung von Sauerstoff fähiger Katalysator (12") dann als regeneriert gewertet wird, wenn der Gradient des Ausgangssignals (31) des Abgassensors (14) zunächst einen vorgebbaren dritten
15 Grenzwert überschreitet und dann einen vorgebbaren vierten Grenzwert unterschreitet.

20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine (1) zur Zugabe des Reduktionsmittels zu dem Abgas mit einem fetten Kraftstoff/Luft-Gemisch betrieben wird.

25 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Reduktionsmittel Kohlenwasserstoffe (HC) und/oder Kohlenmonoxid (CO) zu dem Abgas gegeben werden.

30 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Reduktionsmittel Harnstoff zu dem Abgas gegeben wird.

35 9. Steuerelement, insbesondere Read-Only-Memory oder Flash-Memory, für ein Steuergerät (18) einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Recheng Gerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem

- 21 -

der vorangehenden Ansprüche geeignet ist.

10. Steuergerät (18) für eine Brennkraftmaschine (1) mit
einem in dem Abgas der Brennkraftmaschine (1) angeordneten
5 Katalysator (12), wobei das Steuergerät (18) die
Zusammensetzung des Abgases durch Zugabe von
Reduktionsmittel, durch das eine Regeneration des
Katalysators (12) gefördert wird, vor dem Katalysator (12)
beeinflusst, und das Steuergerät (18) einen Zeitverzug
10 zwischen dem Beginn des Beeinflussens der Zusammensetzung
des Abgases vor dem Katalysator (12) und einem Erfassen
einer Änderung der Zusammensetzung durch einen Abgassensor
(14) nach dem Katalysator (12) auswertet, dadurch
gekennzeichnet, dass das Steuergerät (18) Mittel zum
15 Auswerten des Gradienten eines Ausgangssignals (31) des
Abgassensors (14) aufweist.

11. Brennkraftmaschine (1) mit einem in dem Abgas der
Brennkraftmaschine (1) angeordneten Katalysator (12), wobei
20 die Brennkraftmaschine (1) ein Steuergerät (18) und einen
dem Katalysator (12) nachgeordneten Abgassensor (14)
aufweist, wobei das Steuergerät (18) die Zusammensetzung
des Abgases durch Zugabe von Reduktionsmittel, durch das
eine Regeneration des Katalysators (12) gefördert wird, vor
25 dem Katalysator (12) beeinflusst, der Abgassensor (14) die
Zusammensetzung des Abgases nach dem Katalysator (12)
erfasst und das Steuergerät (18) einen Zeitverzug zwischen
dem Beginn des Beeinflussens der Zusammensetzung des
Abgases vor dem Katalysator (12) und dem Erfassen einer
30 Änderung der Zusammensetzung nach dem Katalysator (12)
auswertet, dadurch gekennzeichnet, dass die
Brennkraftmaschine (1) Mittel zum Auswerten des Gradienten
eines Ausgangssignals (31) des Abgassensors (14) aufweist.

35 12. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 11, dadurch
gekennzeichnet, dass der Abgassensor (14) als ein

- 22 -

sauerstoffempfindlicher Sensor ausgebildet ist.

13. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abgassensor (14) als ein
5 Zweipunkt-Sensor ausgebildet ist.

14. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 11 bis
13, dadurch gekennzeichnet, dass der Katalysator (12") zur
Speicherung von Sauerstoff fähig ist.

15. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 11 bis
14, dadurch gekennzeichnet, dass der Katalysator (12') zur
Speicherung von Stickoxid (NOx) fähig ist.

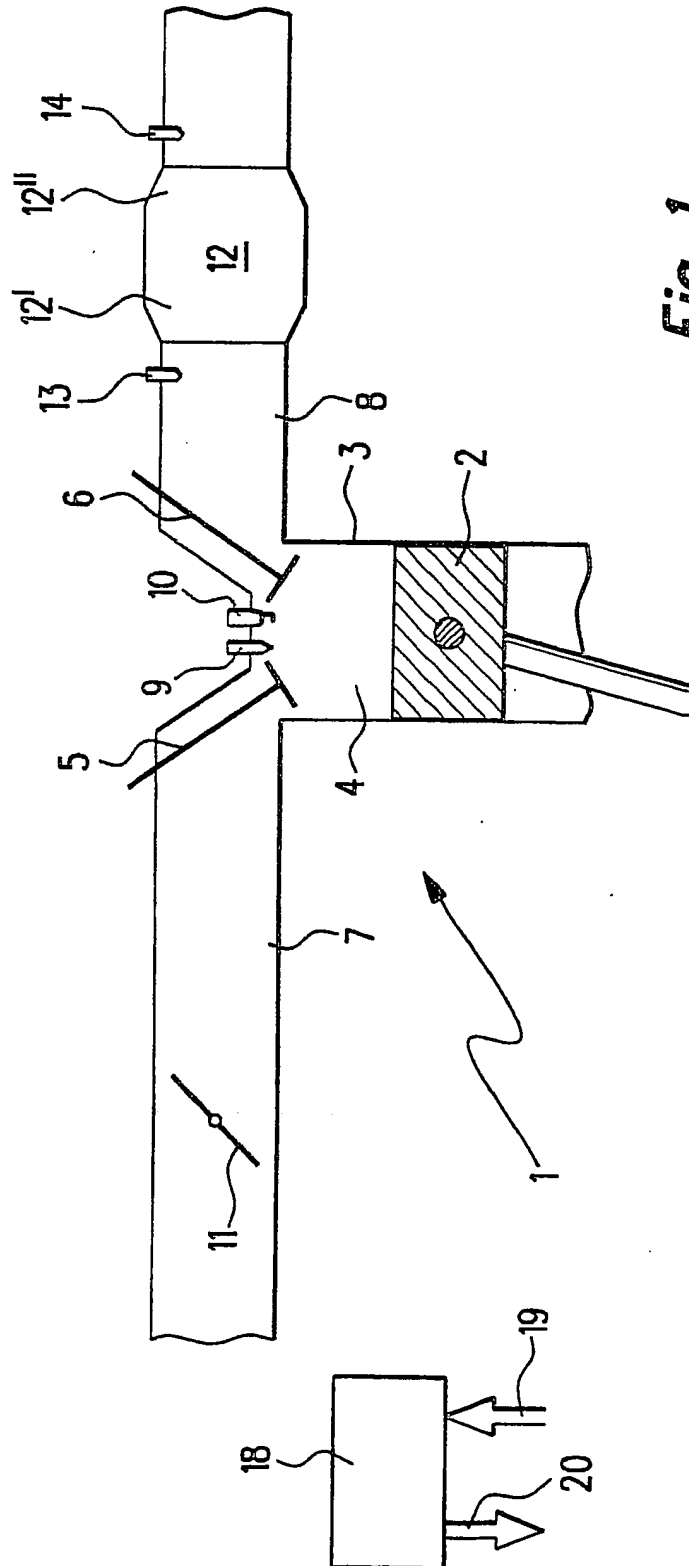


Fig. 1

2 / 2

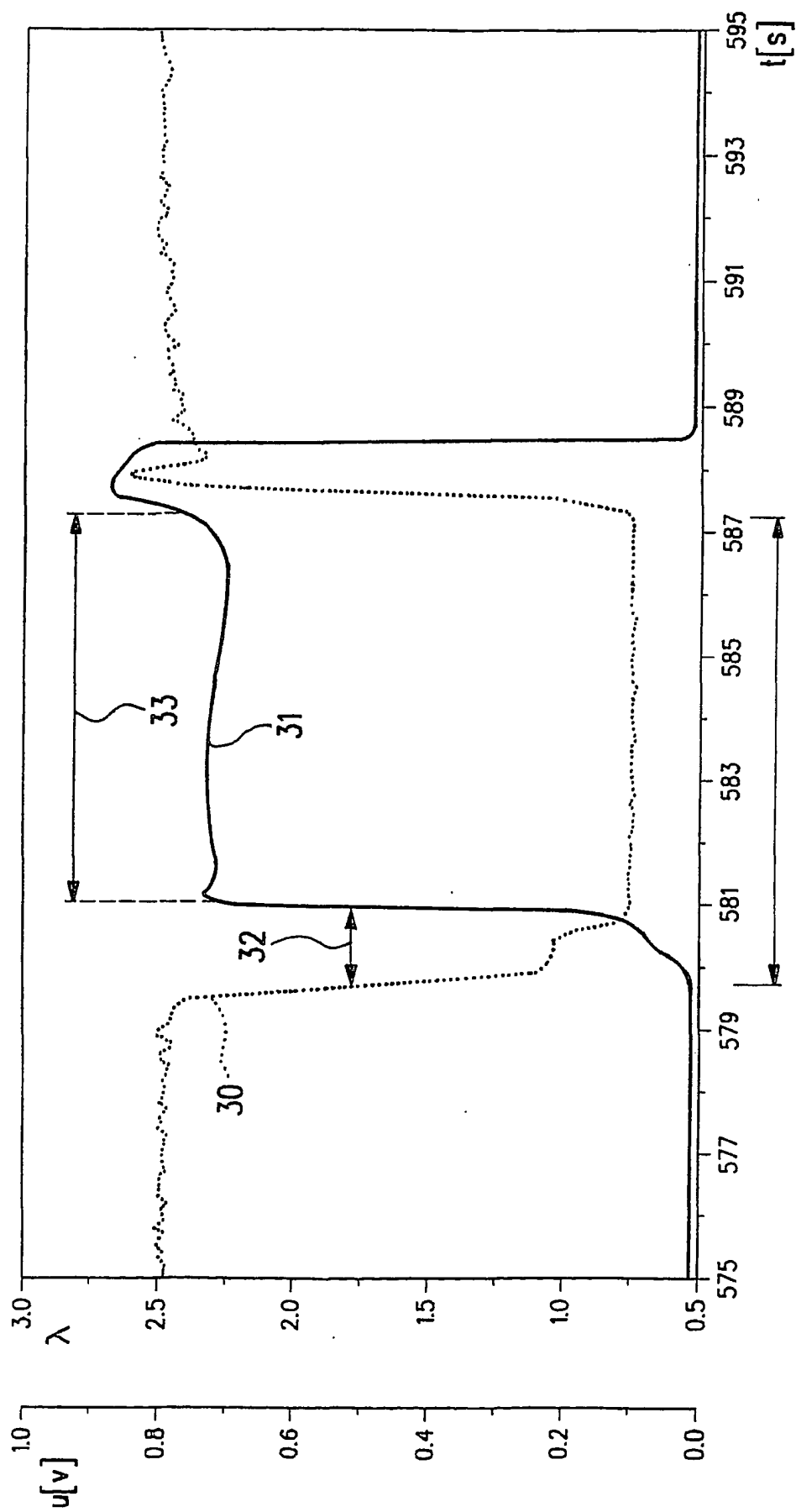


Fig. 2

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02D41/02 F01N3/20 F01N11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 01, 31 January 1997 (1997-01-31) -& JP 08 232644 A (TOYOTA MOTOR CORP), 10 September 1996 (1996-09-10)	1,2,6,7, 9-12,15
Y	abstract figures 23-26	8,13,14
Y	DE 198 01 625 A (BOSCH GMBH ROBERT) 22 July 1999 (1999-07-22) cited in the application	8,13,14
A	column 2, line 3 - line 34 column 3, line 5 - line 45 figure 2	1,9-11
	--- -/-	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 September 2001

Date of mailing of the international search report

08/10/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Röttger, K

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 24 44 334 A (BOSCH GMBH ROBERT) 25 March 1976 (1976-03-25) cited in the application the whole document ---	1
A	DE 198 44 082 C (SIEMENS AG) 14 October 1999 (1999-10-14) column 3, line 47 - line 60 column 4, line 63 -column 5, line 40 figure 3 ---	1-7,9-15
A	EP 0 560 991 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 22 September 1993 (1993-09-22) cited in the application the whole document -----	1,9-11

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 08232644	A	10-09-1996	NONE	
DE 19801625	A	22-07-1999	DE 19801625 A1	22-07-1999
			GB 2333368 A ,B	21-07-1999
			JP 11280454 A	12-10-1999
			US 6216451 B1	17-04-2001
DE 2444334	A	25-03-1976	DE 2444334 A1	25-03-1976
			FR 2285517 A1	16-04-1976
			GB 1469390 A	06-04-1977
			JP 51055818 A	17-05-1976
			SE 417998 B	27-04-1981
			SE 7510333 A	18-03-1976
			US 3969932 A	20-07-1976
DE 19844082	C	14-10-1999	DE 19844082 C1	14-10-1999
			WO 0019075 A1	06-04-2000
			EP 1117917 A1	25-07-2001
EP 0560991	A	22-09-1993	AU 650794 B2	30-06-1994
			DE 69221287 D1	04-09-1997
			DE 69221287 T2	19-02-1998
			EP 0560991 A1	22-09-1993
			KR 9602348 B1	16-02-1996
			US 5473887 A	12-12-1995
			AU 2685092 A	03-05-1993
			CA 2097609 A1	03-04-1993
			ES 2104943 T3	16-10-1997
			WO 9307363 A1	15-04-1993
			JP 2600492 B2	16-04-1997

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02D41/02 F01N3/20 F01N11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D F01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 01, 31. Januar 1997 (1997-01-31) -& JP 08 232644 A (TOYOTA MOTOR CORP), 10. September 1996 (1996-09-10)	1,2,6,7, 9-12,15
Y	Zusammenfassung Abbildungen 23-26	8,13,14
Y	DE 198 01 625 A (BOSCH GMBH ROBERT) 22. Juli 1999 (1999-07-22) in der Anmeldung erwähnt	8,13,14
A	Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 34 Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 45 Abbildung 2	1,9-11
	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. September 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/10/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Röttger, K

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 24 44 334 A (BOSCH GMBH ROBERT) 25. März 1976 (1976-03-25) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1
A	DE 198 44 082 C (SIEMENS AG) 14. Oktober 1999 (1999-10-14) Spalte 3, Zeile 47 - Zeile 60 Spalte 4, Zeile 63 -Spalte 5, Zeile 40 Abbildung 3 ---	1-7,9-15
A	EP 0 560 991 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 22. September 1993 (1993-09-22) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,9-11

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 08232644	A	10-09-1996	KEINE		
DE 19801625	A	22-07-1999	DE	19801625 A1	22-07-1999
			GB	2333368 A ,B	21-07-1999
			JP	11280454 A	12-10-1999
			US	6216451 B1	17-04-2001
DE 2444334	A	25-03-1976	DE	2444334 A1	25-03-1976
			FR	2285517 A1	16-04-1976
			GB	1469390 A	06-04-1977
			JP	51055818 A	17-05-1976
			SE	417998 B	27-04-1981
			SE	7510333 A	18-03-1976
			US	3969932 A	20-07-1976
DE 19844082	C	14-10-1999	DE	19844082 C1	14-10-1999
			WO	0019075 A1	06-04-2000
			EP	1117917 A1	25-07-2001
EP 0560991	A	22-09-1993	AU	650794 B2	30-06-1994
			DE	69221287 D1	04-09-1997
			DE	69221287 T2	19-02-1998
			EP	0560991 A1	22-09-1993
			KR	9602348 B1	16-02-1996
			US	5473887 A	12-12-1995
			AU	2685092 A	03-05-1993
			CA	2097609 A1	03-04-1993
			ES	2104943 T3	16-10-1997
			WO	9307363 A1	15-04-1993
			JP	2600492 B2	16-04-1997